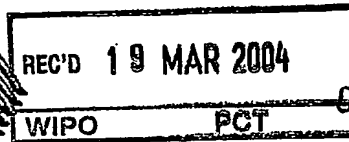


REC'D PCT/PTO 20 MAY 2005

BEST AVAILABLE COPY



EPO - DG 1

04.03.2004



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 54 810.2

**Anmeldetag:**

22. November 2002

**Anmelder/Inhaber:**

DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung  
eines Fahrzeugespannes

**IPC:**

B 62 D, B 60 D, B 60 K

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Stech

DaimlerChrysler AG

Wied

22.11.2002

Verfahren und Vorrichtung zur Stabilisierung  
eines Fahrzeuggespannes

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuggespannes.

Bei Fahrzeuggespannen lässt sich das Phänomen feststellen, dass sie mit zunehmender Geschwindigkeit zu Schlinger- oder Schwing- oder Pendelbewegungen neigen.

10

Der Einfachheit halber wird nachfolgend zur Bezeichnung des instabilen Zustandes des Fahrzeuggespannes, der mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung beseitigt werden kann, der Begriff Schlingerbewegung verwendet. Dies soll keine Einschränkung darstellen. Die bei-

15

den anderen Begriffe Pendelbewegung oder Schwingbewegung können entsprechend verwendet werden.

20 An dieser Stelle soll zunächst erklärt werden, was unter dem Begriff Schlingerbewegung zu verstehen ist: Kommt es bei einem Fahrzeuggespann zu einer Schlingerbewegung, so schwingt der Anhänger um seine Hochachse und regt über die Anhänger-

25 kupplung auch das Zugfahrzeug zu Schwingungen an. Liegt die Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb einer sogenannten kritischen Geschwindigkeit, so sind die Schwingungen gedämpft. Ist die Fahrzeuggeschwindigkeit gleich der kritischen Geschwindigkeit, so sind die Schwingungen ungedämpft. Liegt die Fahrzeuggeschwindigkeit oberhalb der kritischen Geschwindigkeit, so klingen die angeregten Schwingungen nicht mehr von selbst

30 ab, sie schaukeln sich auf. Das Fahrzeuggespann schaukelt

sich immer weiter auf, was u. U. zu einem Unfall führen kann. Die Anregung der Schlingerbewegungen kann beispielsweise durch Lenkungseingriffe des Fahrers, die für eine bestimmte Fahrsituation ungeeignet sind, durch das Überfahren einer Bodenwelle oder durch Seitenwindeinflüsse verursacht werden.

Der Wert der kritischen Geschwindigkeit hängt unter anderem von Geometriedaten wie Radstand und Deichsellänge, von der Masse und dem Gierträgheitsmoment des Zugfahrzeuges und des Anhängers und von den Schräglaufsteifigkeiten der Achsen ab. Der Wert für die kritische Geschwindigkeit bewegt sich bei Fahrzeuggespannen im Pkw-Bereich typischerweise im Bereich von 90 bis 130 Stundenkilometer. Die Frequenz der Schlingerbewegung beträgt ungefähr 0,5 bis 2 Hz.

Liegt eine Schlingerbewegung vor, dann kommt es an dem Zugfahrzeug, welches den Anhänger zieht, zu einer im wesentlichen periodischen Querbewegung, die sich beispielsweise in der Querbeschleunigung oder der Gierwinkelgeschwindigkeit des Zugfahrzeuges wiederfindet. D.h. bei einer Schlingerbewegung liegt ein im wesentlichen periodisches Signal der Querbeschleunigung bzw. der Giergeschwindigkeit vor. Es handelt sich dabei nicht um eine streng periodische Pendelerscheinung (das Fahrzeuggespann stellt kein ideales Pendel dar), vielmehr können zeitliche Schwankungen in der Periodendauer der Pendelbewegung des Anhängers auftreten. Diese finden sich beispielsweise in dem von einem Querbeschleunigungssensor erzeugten sich wiederholenden bzw. wiederkehrenden bzw. im wesentlichen periodischen Signal wieder. D.h. dieses Signal weist eine sich in kleinen Grenzen ändernde Periodendauer auf, die idealerweise jedoch als zeitlich konstant anzusehen ist. Entsprechendes gilt auch für das Signal eines Gierwinkelgeschwindigkeitssensors.

Entsprechend ist auch ein einzuprägendes Giermoment, mit dem das von der Schlingerbewegung herrührende kompensiert werden soll, nicht streng periodisch. Entsprechend den Schwankungen

in der Periode der Pendelbewegung des Fahrzeuggespanns wird auch die Periodendauer im einzuprägenden Giermoment verändert.

- 5 Verfahren und Vorrichtungen zur Stabilisierung von Fahrzeuggespannen sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikation bekannt.

Exemplarisch sei an dieser Stelle auf die in der Automobil-technischen Zeitschrift (ATZ) 104, 2002m Heft 4, auf den Seiten 330 bis 339 erschienene Veröffentlichung „Aktive Gespannstabilisierung beim BMW X5“ sowie die DE 100 31 266 A1, die DE 100 34 222 A1, die DE 100 32 230 A1, die DE 199 64 048 A1, die DE 195 36 620 A1 sowie die DE 100 07 526 A1 hingewiesen.

- 15 Nachteilig an den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren oder Vorrichtungen zur Stabilisierung eines Fahrzeuggespannes ist, dass hauptsächlich oder ausschließlich an den Hinterrädern Bremseneingriffe durchgeführt werden oder dass die Vorderräder und die Hinterräder immer zusammen gebremst werden. Durch diese Art der Bremseneingriffe werden an den Hinterrädern Längskräfte erzeugt, was dazu führt, dass gleichzeitig Seitenführungskräfte abgebaut werden, die im Falls eines schlingernden Fahrzeuggespannes zur Stabilisierung desselben benötigt werden würden. Mit anderen Worten:
- 25 Durch diese Bremseneingriffe an den Hinterrädern wird das Seitenführungskraftpotential herabgesetzt. Dies kann, wenn die Fahrbahnverhältnisse entsprechend sind, wenn beispielsweise ein niedriger Fahrbahnreibwert vorliegt, auch zu einer kurzfristigen Erhöhung der an sich abnehmenden Instabilität führen.
- 30

Vor diesem Hintergrund ergibt sich folgende Aufgabe für den Fachmann: Es sollen bestehende Verfahren und Vorrichtungen zur Stabilisierung von Fahrzeuggespannen verbessert werden.

35 Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1 und eine Einrichtung gemäss Anspruch 2 gelöst.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist auch für einen durchschnittlichen Fahrer ein instabiles Fahrzeuggespann, d.h. ein Fahrzeuggespann, welches eine Schlingerbewegung aufweist, beherrschbar. Das erfindungsgemäße Verfahrens bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht eine schnelle Gierreaktionsabschwächung. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ausgehend von heutzutage bereits in Serie befindlichen Fahrdynamiksystemen keine zusätzliche Aktuatorik bzw. Sensorik benötigt wird. Darüber hinaus sind keine Änderungen am Anhänger erforderlich, d. h. am Anhänger muss keine Aktuatorik und auch keine Sensorik angebracht werden. Bereits im Betrieb befindliche Anhänger müssen nicht nachgerüstet werden.

Wird erkannt, dass für das Fahrzeuggespann eine Schlingerbewegung vorliegt oder wird für das Fahrzeug die Neigung oder Tendenz zu einer Schlingerbewegung festgestellt, dann werden stabilisierende Eingriffe vorgenommen. Hierbei handelt es sich in erster Linie um fahrerunabhängig durchgeführte Bremseneingriffe und in zweiter Linie um Motoreingriffe.

Mit Hilfe der Bremseneingriffe sollen die von der Schlingerbewegung herrührenden und auf das Fahrzeug wirkenden Giermomente abgebaut werden. Die Bremseneingriffe sind also so vorzunehmen, dass dadurch ein auf das Fahrzeug wirkendes Gegen giermoment erzeugt wird. Hierzu werden zunächst an den Vorderrädern des Fahrzeuges Bremseneingriffe dergestalt in Abhängigkeit des Wertes des erfassten, auf das Fahrzeug wirkenden Giermomentes und/oder des Wertes der erfassten Gierbeschleunigung durchgeführt, dass sie dem von der Schlingerbewegung herrührenden Giermoment entgegenwirken. Dadurch wird die Energie der Schlingerbewegung, d.h. die Schwingungsenergie abgebaut, das Fahrzeuggespann stabilisiert sich und fährt wieder stabil.

Ergänzend zu den Bremseneingriffen kann über den Triebstrang ein geeignetes Antriebsmoment an den Antriebsrädern eingeleitet werden. Durch diese Maßnahme wird eine Verbesserung bei der Kompensation der Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes erreicht.

In Figur 1 ist die prinzipielle Vorgehensweise für die an den Vorderrädern durchgeführten Bremseneingriffe dargestellt. In der linken Darstellung schwingt der Anhänger nach rechts, was dazu führt, dass das Zugfahrzeug nach eine links gerichtete Drehung um seine Hochachse ausführt, was durch den nach links gerichteten gebogenen Pfeil angedeutet wird. Aufgrund der erkannten Schlingerbewegung wird an beiden Vorderrädern eine Basisbremskraft eingespeist. Zusätzlich wird am rechten Vorderrad eine dynamische Bremskraft eingespeist, die zu einem nach rechts gerichteten, auf das Fahrzeug wirkenden Giermoment führt. Dieses durch die dynamische Bremskraft hervorgerufene Giermoment wirkt dem durch die Schlingerbewegung hervorgerufenen Giermoment entgegen.

In der rechten Darstellung schwingt der Anhänger nach links, was dazu führt, dass das Zugfahrzeug nach eine rechts gerichtete Drehung um seine Hochachse ausführt, was durch den nach rechts gerichteten gebogenen Pfeil angedeutet wird. Aufgrund der erkannten Schlingerbewegung wird an beiden Vorderrädern eine Basisbremskraft eingespeist. Zusätzlich wird am linken Vorderrad eine dynamische Bremskraft eingespeist, die zu einem nach links gerichteten, auf das Fahrzeug wirkenden Giermoment führt. Dieses durch die dynamische Bremskraft hervorgerufene Giermoment wirkt dem durch die Schlingerbewegung hervorgerufenen Giermoment entgegen.

Diese Vorgehensweise ist auch in dem Diagramm der Figur 2 dargestellt. Im oberen Teil dieses Diagramms ist die Giergeschwindigkeit und der Lenkwinkel dargestellt. Im unteren Teil dieses Diagramms sind die Bremsdrücke der einzelnen Bremsräd-

der sowie der an den Vorderrädern gemeinsam eingespeiste Basisdruck dargestellt.

- Im oberen Teil des Diagramms ist folgender Sachverhalt bzw. folgende Fahrsituation dargestellt: Der Fahrer erzeugt durch entsprechend oszillierende Lenkradbewegungen und somit Lenkbewegungen eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes. Die Schlingerbewegung wird durch Lenkbewegungen des Fahrers angeregt (Verlauf 2). Die Schlingerbewegung zeigt sich in dem oszillierenden Verhalten der mit Hilfe eines Gierwinkelgeschwindigkeitssensors erfassten Signals (Verlauf 1). Dabei gilt folgende Zuordnung: Ein positiver Wert der Gierwinkelgeschwindigkeit bedeutet eine Auslenkung des Anhängers nach rechts und somit gleichzeitig eine Auslenkung des Zugfahrzeuges nach links. Ein negativer Wert der Gierwinkelgeschwindigkeit bedeutet eine Auslenkung des Anhängers nach links und somit gleichzeitig eine Auslenkung des Zugfahrzeuges nach rechts.
- Im unteren Teil des Diagramms sind die aufgrund der erkannten Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführten Bremseneingriffe dargestellt. Zunächst erkennt man, dass eine gewisse Zeitspanne zwischen dem Auftreten der oszillierenden Gierwinkelgeschwindigkeit und der Druckeinspeisung vergeht. Dies rührt daher, dass zunächst die Schlingerbewegung mit Hilfe einer entsprechenden Auswertung, auf die weiter unten noch ausführlich eingegangen wird, erkannt werden muss. Ferner erkennt man, dass an den beiden Hinterrädern kein Bremsdruck eingespeist wird (Verläufe 5 und 6). Wie vorstehend bereits ausgeführt, werden an den beiden Vorderrädern zum einen ein Basisdruck (Verlauf 7), der zu der vorstehend erwähnten Basisbremskraft führt, und zum anderen radindividuelle Druckspitzen (Verläufe 3 und 4), die zu den vorstehend genannten dynamischen Bremskräften führen, eingespeist. Wie man anhand des in Figur 2 dargestellten Diagramms erkennt, wird bei einer Auslenkung des Anhängers nach rechts und somit einer Auslenkung des Zug-

fahrzeuges nach links, eine Druckspitze am rechten Vorderrads  
eingespeist. Entsprechend wird bei einer Auslenkung des Ab-  
hängers nach links und somit einer Auslenkung des Zugfahrzeu-  
ges nach rechts, eine Druckspitze am linken Vorderrad einge-  
5 speist.

Der Wert des einzuspeisenden Basisdruckes wird in Abhängig-  
keit einer für die Gierwinkelgeschwindigkeit vorliegenden Ab-  
weichung, die sich aus der Differenz des mit Hilfe eines  
10 Gierwinkelgeschwindigkeitssensors ermittelten Istwertes für  
die Gierwinkelgeschwindigkeit und einem mit Hilfe eines ma-  
thematischen Modells ermittelten Sollwertes für die Gierwin-  
kelgeschwindigkeit ermittelt wird.

15 Die Werte für die einzuspeisenden Druckspitzen werden in Ab-  
hängigkeit eines Wertes ermittelt, der die Abweichung der in  
der jeweiligen Fahrsituation vorliegenden Gierwinkelbeschleu-  
nigung von einem zugehörigen Sollwert repräsentiert.

20 Die durch die Druckspitzen erzeugten Bremskräfte, die dem von  
der Schlingerbewegung herrührenden Giermoment entgegenwirken  
führen einerseits zu einer Abbremsung des Fahrzeuggespannes,  
andererseits wird durch die oszillierende, Einspeisung der  
Druckspitzen an den Vorderrädern ein zu dem von der Schlin-  
5 gerbewegung herrührenden gegenphasiges Giermoment eingeprägt,  
aufgrund dessen die Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes  
schnellstens abgebaut wird.

Die auf den eingespeisten Basisbremsdruck zurückgehende Ba-  
30 sisbremskraft an den Vorderrädern bewirkt ebenfalls eine Ab-  
bremsung des Fahrzeuggespannes.

Nachdem die stabilisierenden Bremseneingriffe eingeleitet  
werden, wird überprüft, ob die Instabilität des Fahrzeugge-  
spannes, d.h. dessen Schlingerbewegung abnimmt. Wird dabei  
35 festgestellt, dass wieder ein stabiler Zustand des Fahrzeug-  
gespannes erreicht ist, dann werden keine Bremseneingriffe



mehr zur Erzeugung des Basisbremsdruckes und der Druckspitzen erzeugt. Gleichzeitig wird wieder das Antriebsmoment entsprechend der Vorgabe des Fahrers, die sich aus der von ihm vorgenommenen Betätigung des Fahrpedals herleiten lässt, eingestellt.

Die Abweichung für die Gierbeschleunigung kann auf zwei verschiedenen Wegen ermittelt werden: Entweder wird die für die Gierwinkelgeschwindigkeit vorliegende Abweichung abgeleitet, oder aber es wird eine Differenz aus dem Istwert der Gierwinkelbeschleunigung und einem zugehörigen Sollwert gebildet.

Wie man ferner dem in Figur 2 dargestellten Diagramm entnehmen kann, nehmen sowohl der Basisbremsdruck als auch die Druckspitzen mit abnehmender Schlingerbewegung ab.

Die Einspeisung des Bremsdruckes führt zu einer Reduzierung der Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Einspeisung der Druckspitzen führt zu Giermomenten, die den von der Schlingerbewegung her rührenden Giermomenten entgegengesetzt sind und somit zu einer Stabilisierung des Fahrzeugspannes führen.

Wie bereits erwähnt, können ergänzend zu den Bremseneingriffen auch Motoreingriffe durchgeführt werden. Hierzu wird beispielsweise bei einem Ottomotor die Drosselklappe so eingestellt, der dabei eingestellte Drosselklappenwinkel beträgt zwischen  $6^\circ$  und  $10^\circ$ , dass an den Antriebsrädern ein Nullmoment erzeugt wird. Mit anderen Worten: Durch die Motoreingriffe wird die Drosselklappe so eingestellt, dass an den Antriebsrädern keine bzw. nahe bei Null liegende Umfangskräfte vorkommen. D.h. die Drosselklappe wird so eingestellt, dass die im Antriebsstrang entstehenden Reibungsverluste kompensiert werden und die Antriebsräder, was die Umfangskraft angeht, neutral gestellt werden.

Die fahrerunabhängigen, stabilisierenden Bremseneingriffe werden nach folgendem Muster durchgeführt:

Für den Fall, dass keine Bremsung durch den Fahrer vorliegt, werden die Vorderräder gebremst. Hierzu wird in beide Vorderräder der Basisdruck, dessen Wert in Abhängigkeit der Abweichung des Istwertes der Gierwinkelgeschwindigkeit von dem Sollwert der Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelt wird, eingespeist. Zusätzlich werden die Vorderräder jeweils mit den Druckspitzen beaufschlagt, deren Wert jeweils in Abhängigkeit der Abweichung der Gierbeschleunigung ermittelt wird. In solch einem Betriebszustand, es liegt keine Bremsung durch den Fahrer vor, wird versucht, durch ausschließlich an den Vorderrädern durchgeführte Bremseneingriffe das Fahrzeuggespann zu stabilisieren. Sollte allerdings die Fahrbahnbeschaffenheit dergestalt sein, dass ein niedriger Fahrbahnreibwert vorliegt, beispielsweise aufgrund von Schnee oder ähnlichem, was dazu führt, dass die zur Stabilisierung des Fahrzeuges erforderliche Bremskraft an den Vorderrädern allein nicht aufgebaut werden kann, dann werden in solch einer Situation zusätzlich auch die Hinterräder mitgebremst. Dabei kann es zu einer Umverteilung von Bremsdruck von den Vorderrädern weg, hin zu den Hinterrädern kommen. Dass solch eine Bremsung auf einer Fahrbahn mit niedrigem Reibwert vorliegt, kann beispielsweise durch Auswertung des ABS-Flags erkannt werden.

Für den Fall, dass während eines vom Fahrer eingeleiteten Bremsvorganges eine Schlingerbewegung des Fahrzeugespannes auftritt, wird das Fahrzeuggespann durch Bremseneingriffe wie folgt stabilisiert: Zunächst wird die Fahrzeugverzögerung ermittelt, die sich aufgrund des vom Fahrer eingeleiteten Bremsvorganges einstellt. Liegt diese Fahrzeugverzögerung unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes, was bedeutet, dass vom Fahrer ein Bremsvorgang mit einer niedrigen Verzögerung eingeleitet wurde, dann wird der an den Hinterrädern aufgrund des vorliegenden Bremsvorganges eingestellte Bremsdruck zumindest teilweise abgebaut. Gleichzeitig wird an den Vorderrädern Bremsdruck dergestalt aufgebaut, dass zum einen

in beide Vorderräder der Basisdruck und individuell in das jeweilige Vorderrad eine Druckspitze eingespeist wird. Auch in diesem Fall kann, wenn es sich um eine Bremsung auf einer Fahrbahn mit niedrigem Reibwert handelt, eine Umverteilung  
5 von Bremsdruck von den Vorderrädern weg, hin zu den Hinterrädern vorgenommen werden.

Liegt dagegen die Fahrzeugverzögerung oberhalb des vorgegebenen Schwellenwertes, was bedeutet, dass vom Fahrer ein Bremsvorgang mit einer hohen Verzögerung eingeleitet wurde, dann  
10 wird der an den Hinterrädern eingestellte Bremsdruck belassen. An den Vorderrädern wird der Bremsdruck zur Erzeugung eines Giermomentes, welches zu dem Giermoment, welches von der Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes herrührt, gegenphasig ist, moduliert. Sollte an einem oder beiden Vorder-  
15 rädern während solch eines Bremsvorganges ein ABS-Eingriff erfolgen, dann wird an der Hinterachse zusätzlich Bremsdruck eingeleitet, um den Bremsdruck an den Vorderrädern modulieren zu können. Die Druckeinleitung an der Hinterachse kann sogar  
20 so weit gehen, dass die Hinterräder an deren Blockiergrenze gebracht werden.

Alternativ zu der vorstehend beschriebenen Auswertung der Fahrzeugverzögerung, kann auch durch Auswertung des Zustandes  
25 der Vorderräder festgestellt werden, ob ein Bremsvorgang mit einer niedrigen oder hohen Verzögerung vorliegt. Hierzu kann beispielsweise der Wert des in die Radbremszylinder der Vorderräder jeweils eingespeisten Bremsdruckes oder aber die Ansteuerung der Einlass- und Auslassventile der Vorderräder  
30 ausgewertet werden.

Zusammenfassend kann bzgl. der Bremseneingriffe festgehalten werden: In erster Linie werden an den Vorderrädern stabilisierende Bremseneingriffe durchgeführt. Durch Auswertung eines  
35 vorgegebenen können zusätzlich zu den für die Vorderräder durchgeführten Bremseneingriffe auch an den Hinterrädern Brem-

seneingriffe zur Erzeugung einer Bremskraft vorgenommen werden.

Die Sensierung einer Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes erfolgt mit Hilfe der Sensorik, die im Fahrzeug aufgrund des Fahrdynamiksystems, mit dem das Fahrzeug ausgestattet ist, vorhanden ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren setzt sich, wie in Figur 3 dargestellt, aus zwei Hauptteilen zusammen. Zum einen handelt es sich um eine Erkennungslogik, mit der eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes erkannt wird. Zum anderen handelt es sich um eine Eingriffslogik, mit der für den Fall, dass eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vorliegt, stabilisierende Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe und/oder Lenkungseingriffe durchgeführt werden.

Zunächst wird auf die in Figur 4 dargestellte Erkennungslogik eingegangen. Mit Hilfe dieser Erkennungslogik wird festgestellt, ob eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vorliegt, d.h. ob eine Schwingbewegung des Anhängers des Fahrzeuggespannes vorliegt. Hierzu werden verschiedene Fahrzeuggrößen ausgewertet. Im Einzelnen wird die Gierwinkelgeschwindigkeit, der Lenkwinkel und die Fahrzeuggeschwindigkeit ausgewertet.

Das Kriterium mit dem das Vorliegen einer Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes und somit das Vorliegen einer Schlingerbewegung des Anhängers erkannt werden kann, lässt sich allgemein wie folgt formulieren: Betrachtet wird ein Betriebszustand des Fahrzeuggespannes, bei dem die in diesem Betriebszustand vorliegende Fahrzeuggeschwindigkeit größer als ein zugehöriger Schwellenwert ist, der der für Schlingerbewegungen geltenden kritischen Geschwindigkeit des betrachteten Fahrzeuggespannes entspricht. Zeigt in diesem Betriebszustand die Gierwinkelgeschwindigkeit ein oszillierendes Verhalten, obwohl der Fahrer das Lenkrad nicht betätigt und so-

mit keine Lenkungseingriffe vornimmt, so ist dies ein Zeichen dafür, dass eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes und somit eine Schwingbewegung des Anhängers und somit ein instabiler Zustand des Fahrzeuggespannes vorliegt. Dies bedeutet,  
5 zur Erkennung, ob eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vorliegt, bietet es sich an die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Gierwinkelgeschwindigkeit und den Lenkwinkel auszuwerten.

Aufgrund der Tatsache, dass keine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes auftritt, wenn die ermittelte Fahrzeuggeschwindigkeit unterhalb der kritischen Geschwindigkeit liegt, kann von vornherein davon ausgegangen werden, dass bei einem Betriebszustand, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeit die kritische Geschwindigkeit nicht überschreitet, keine stabilisierenden Eingriffe erforderlich sind.  
10  
15

Wie Figur 4 zu entnehmen ist, werden der Erkennungslogik folgende Größen zugeführt: Zum einen die auszuwertenden Größen Delta\_Gier\_PID, die in Abhängigkeit der Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelt wird, LW\_Diff, die in Abhängigkeit des Lenkwinkels ermittelt wird und die Fahrzeuggeschwindigkeit V. Zum anderen die Größen Erk\_Delta\_Gier\_PID, Erk\_Delta\_Gier\_PIDa, Erk\_LW-Diff, Erk\_LW\_Diffa und Erk\_V. Bei diesen Größen handelt es sich um einstellbare Parameter, die  
20 die Funktion von Schwellenwerten haben, und mit denen die vorstehend aufgeführten Größen Delta\_Gier\_PID, LW\_Diff und V verglichen werden.  
25

Wie der zweigeteilten Darstellung in Figur 4 zu entnehmen  
30 nist, werden in der Erkennungslogik zwei Abfragen vorgenommen. Eine erste mit A1 bezeichnete, mit der erkannt wird, ob eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vorliegt. Gemäß dieser ersten Abfrage liegt eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vor, wenn die Größe Delta\_Gier\_PID größer oder  
35 gleich dem Schwellenwert Erk\_Delta\_Gier\_PID ist und wenn gleichzeitig die Größe LW\_Diff kleiner als der Schwellenwert Erk\_LW-Diff ist und wenn gleichzeitig die Fahrzeuggeschwin-

digkeit V größer oder gleich dem Schwellenwert Erk\_V ist. Wird auf eine vorliegende Schlingerbewegung erkannt, dann sind stabilisierende Eingriffe erforderlich, weswegen das Flag Stab\_Erk\_P gesetzt wird, d.h. diesem Flag wird der Wert 1 zugewiesen.

Ferner wird eine zweite mit A2 bezeichnete Abfrage durchgeführt, mit der erkannt wird, ob die Schlingerbewegung wieder abgeklungen ist. Gemäß dieser zweiten Abfrage liegt keine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes mehr vor, wenn die Größe Delta\_Gier\_PID kleiner als der Schwellenwert Erk\_Delta\_Gier\_PIDa ist oder wenn die Größe LW\_Diff größer oder gleich dem Schwellenwert Erk\_LW\_Diffa ist.

- 15 Wie man bei einem Vergleich der beiden Abfragen A1 und A2 erkennt, werden für die beiden Größen Delta\_Gier\_PID und LW\_Diff unterschiedliche Schwellenwerte verwendet, wodurch eine Hysterese Funktion realisiert wird.
- 20 Mit Hilfe der Figuren 5a, 5b, 5c und 5d wird die Ermittlung verschiedener in Figur 4 verwendeter Größen beschrieben.

In den Figuren 5a, 5b und 5c ist dargestellt, wie die Größe Delta\_Gier\_PID ermittelt wird.

- 5 Gemäß Figur 5a gehen in die Ermittlung der Größe Delta\_Gier\_PID zum einen der mit Hilfe eines Gierwinkelgeschwindigkeitssensors gemessene Istwert GIER\_ROH der Gierwinkelgeschwindigkeit und zum anderen der aus den Fahrervorgaben Lenkwinkel und Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelte Sollwert Gier\_Stat der Gierwinkelgeschwindigkeit ein. Aus diesen beiden Größen wird die Differenz Delta\_Gier gebildet, die einem dem Differenzbild nachgeschalteten Bandpass zugeführt wird. Der Sollwert Gier\_Stat wird, wie in Figur 5b dargestellt und bereits vorstehend erwähnt, in Abhängigkeit der vom Fahrer eingestellten Lenkwinkels LW und der vom Fahrer eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit VREF ermittelt. In Figur 5b ist ein

mathematisches Modell dargestellt, mit dem in Abhängigkeit der beiden Größen Lenkwinkel und Fahrzeuggeschwindigkeit der Sollwert Gier\_Stat für die Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelt wird.

5

Zurück zu Figur 5a. Die Differenz Delta\_Gier wird einem Bandpass zugeführt, der lediglich Signale durchlässt, die in einem Frequenzbereich von 0,5 bis 2 Hz liegen. Dieser Frequenzbereich entspricht dem Frequenzbereich, der typisch ist für eine Schlingerbewegung eines Fahrzeuggespannes. Dieser Frequenzbereich wird auch als Eigenfrequenz des Fahrzeuggespannes bezeichnet. Das mit Hilfe des Bandpasses ermittelte Signal Delta\_Gier\_BP wird dem nachfolgenden Block Delta\_Gier\_PID\_ zugeführt. Was in diesem Block im Einzelnen abläuft, ist in Figur 5c dargestellt. Allgemein beschrieben, wird in diesem Block anhand des P-Anteils überprüft, wie stark die Schlingerbewegung ist und anhand des D-Anteils wird überprüft, ob die Schlingerbewegung abnimmt oder zunimmt. Der I-Anteil muss nicht zwingend ermittelt und ausgewertet werden. Zunächst wird mit Hilfe des Tiefpasses Abs-TP der Mittelwert des Signals Delta\_Gier\_BP ermittelt. Für diesen Mittelwert wird dann ein proportionaler Anteil, ein differentieller Anteil und, sofern dies vorteilhaft ist, ein integraler Anteil ermittelt. Der differentielle Anteil wird beispielsweise durch Ableitung und anschließende Betragsbildung ermittelt. Diese Anteile werden anschließend zusammengeführt, es entsteht das Signal Delta\_Gier\_PID.

10

15

20

5

In Figur 5d ist die Ermittlung der Größe LW\_Diff dargestellt. Die Größe LW\_Diff wird bei der Ermittlung, ob eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes vorliegt, mit ausgewertet, da eine Auswertung der Gierwinkelgeschwindigkeit allein oder einer in Abhängigkeit der Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelten Größe, zu ungenau ist. Würde der Lenkwinkel nicht mit ausgewertet werden, so könnte nicht zwischen einer auf eine Schlingerbewegung des Fahrzeuggespannes zurückgehenden Instabilität und einer vom Fahrer, durch Lenkungseingriffe gezielt

30

35

eingeleiteten Slalomfahrt unterschieden werden. Der Lenkwinkel wird dergestalt ausgewertet, dass dessen zeitliche Ableitung gebildet wird, und diese anschließend tiefpassgefiltert wird. Durch diese Maßnahmen werden kleine Lenkbewegungen des  
5 Fahrers, die unbedeutend sind, ausgeblendet.

Der Darstellung in Figur 6 ist zu entnehmen, dass für die Stabilisierung des Fahrzeuggespannes zwei Arten von Eingriffen durchgeführt werden: In erster Linie Bremsengriffe und  
10 unterstützend, sofern dies erforderlich ist, Motoreingriffe.

In Figur 7a ist dargestellt, wie die Ansteuersignale zur Durchführung der Motoreingriffe erzeugt werden. Die dargestellte Schaltung hat die Funktion, dass für den Fall, dass  
15 das Signal Stab\_Erk\_P den Wert 1 annimmt, das Signal EIN\_MESP\_MOT den Wert EIN\_M\_ESP\_MOT\_WERT annimmt.

In Figur 7b ist dargestellt, wie die Ansteuersignale zur Durchführung der Bremseneingriffe erzeugt werden. Mit Hilfe  
20 der in Figur 7b dargestellten Logik kann an den Rädern des Fahrzeuges radindividuell Bremsdruck eingespeist werden. D.h. mit dieser Logik lassen sich an den Vorderrädern der Basisdruck und somit die Basiskraft und die Druckspitzen und somit die dynamische Kraft einstellen. Außerdem lässt sich mit Hilfe  
5 dieser Logik eine Verteilung der Bremsdrücke zwischen den Vorder- und den Hinterrädern realisieren. Die Basiskraft wird in Abhängigkeit der Größe Delta\_Gier\_PID, in die wiederum die Stärke der Schlingerbewegung und das dynamische Verhalten der Schlingerbewegung eingehen, ermittelt. Durch die Druckspitzen  
30 und somit die dynamischen Kräfte wird ein Giermoment auf das Fahrzeug aufgeprägt, welches zu dem von der Schlingerbewegung herrührenden Giermoment gegenphasig ist und somit der Stabilisierung des Fahrzeuggespannes dient. Mit Hilfe des Blockes calc\_Gier\_Beschl wird die Gierbeschleunigung ermittelt. Hier-  
35 zu wird das diesem Block zugeführte Signal GIER\_ROH, welches mit Hilfe eines Gierwinkelgeschwindigkeitssensor ermittelt wird, zunächst tiefpassgefiltert. Im Anschluss daran wird



dessen zeitliche Ableitung gebildet und dann nochmals tiefpassgefiltert.

5 In Figur 8a ist detailliert dargestellt, wie die einzelnen Ansteuersignale EIN\_P\_SOLL\_XY in den jeweiligen Blöcken XY\_Eingriff ermittelt werden. Dieser Darstellung entnimmt man, dass die Ansteuersignale jeweils aus einem Anteil zur Einstellung des Basisdruckes bzw. der Basiskraft und einem Anteil zur Einstellung der Druckspitzen bzw. der dynamischen Kraft bestehen. Mit Hilfe des Blockes Druck-Grenzung wird das Ansteuersignal EIN\_P\_SOLL\_XY begrenzt. Durch diese Maßnahme wird sichergestellt, dass der an den einzelnen Rädern einzustellende Bremsdruck einen für die jeweilige Bremsanlage vorgegebenen Wert nicht übersteigt.

15

In Figur 8d ist dargestellt, wie der Anteil zur Einstellung des Basisdruckes bzw. der Basiskraft ermittelt wird. Wie man sieht, ist dieser Anteil proportional zu der Größe Delta\_Gier\_PID. Dies bedeutet, dass die Basiskraft bei einer stärkeren Schwingung, in diesem Fall ist der P-Anteil größer, zunimmt. Entsprechendes gilt auch für eine ungedämpfte Schwingung.

20

25 In Figur 8c ist dargestellt, wie der Anteil zur Einstellung der Druckspitzen bzw. der dynamischen Kraft ermittelt wird. Wie man erkennt, ist dieser Anteil zu der Gierbeschleunigung proportional. Und zwar aus dem Grund, weil das von der Schlingerbewegung herrührende Giermoment, welches durch die Druckspitzen kompensiert werden soll, ebenfalls der Gierbeschleunigung proportional ist.

30

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Druckspitzen bzw. die dynamischen Kräfte in Abhängigkeit der Gierbeschleunigung selbst oder in Abhängigkeit einer Abweichung, die zwischen einem Istwert und einem Sollwert der Gierbeschleunigung vorliegt, ermittelt werden kann.

35

Das Fahrzeug kann mit einer hydraulischen oder einer elektrohydraulischen oder einer pneumatischen oder einer elektropneumatischen oder einer elektromechanischen Bremsanlage ausgestattet sein. Wichtig ist, dass mit Hilfe dieser Bremsanlage fahrerunabhängige radindividuelle Bremseneingriffe durchführbar sind, und zwar dergestalt, dass an den einzelnen Rädern eine Bremskraft aufgebaut, gehalten oder abgebaut werden kann. Diese Bedingung erfüllen beispielsweise Bremsanlagen, wie sie heutzutage in Fahrzeugen eingesetzt werden, die mit einer Fahrdynamiksystem ausgestattet sind. Mit Hilfe solch eines Fahrdynamiksystems wird das Fahrzeug um seine Hochachse stabilisiert, indem die Giergeschwindigkeit des Fahrzeuges geregelt wird.

Zusätzlich zu den oder anstelle der stabilisierenden Bremseneingriffen können auch, wenn das Fahrzeug über eine entsprechende Aktuatorik verfügt, stabilisierende Lenkungseingriffe durchgeführt werden. Entsprechend den stabilisierenden Bremseneingriffen müssen auch diese Lenkungseingriffe phasenrichtig durchgeführt werden.

Bei den im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung betrachteten Fahrzeuggespannen soll es sich vorzugsweise um Gespanne aus dem PKW-Bereich handeln, die aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger, beispielsweise Wohnwagenanhänger oder Autotransportanhänger, bestehen. Es ist aber auch denkbar, das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung bei Fahrzeuggespannen aus dem Nutzfahrzeugbereich einzusetzen, die aus einem Zugfahrzeug und einem Auflieger oder Deichselanhänger bestehen.

Obwohl vorstehend das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung ausschließlich im Zusammenhang mit Fahrzeuggespannen beschrieben wurde, da die Problematik des Schlingerns in stärkerem Masse bei Fahrzeuggespannen auftritt und bei diesen weitaus gefährlicher als bei Einzelfahrzeugen

ist, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens ebenso für Einzelfahrzeuge denkbar ist.

DaimlerChrysler AG

Wied

22.11.2002

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuggespannes,  
welches aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger besteht,  
wobei wenigstens eine fahrdynamische Eingangsgröße ermit-  
telt und ausgewertet wird, und wobei für das Zugfahrzeug  
10 ein Bremseneingriff und/oder Motoreingriff zur Stabili-  
sierung des Fahrdynamikzustandes des Fahrzeuggespanns  
veranlasst wird, wenn anhand der Auswertung ein instabi-  
ler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde.
- 15 2. Vorrichtung zur Stabilisierung eines Fahrzeuggespannes,  
welches aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger besteht,  
bei der wenigstens eine fahrdynamische Eingangsgröße er-  
mittelt und ausgewertet wird, und wobei für das Zugfahr-  
zeug ein Bremseneingriff und/oder Motoreingriff zur Sta-  
20 bilisierung des Fahrdynamikzustandes des Fahrzeuggespanns  
veranlasst wird, wenn anhand der Auswertung ein instabi-  
ler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde.

1/6

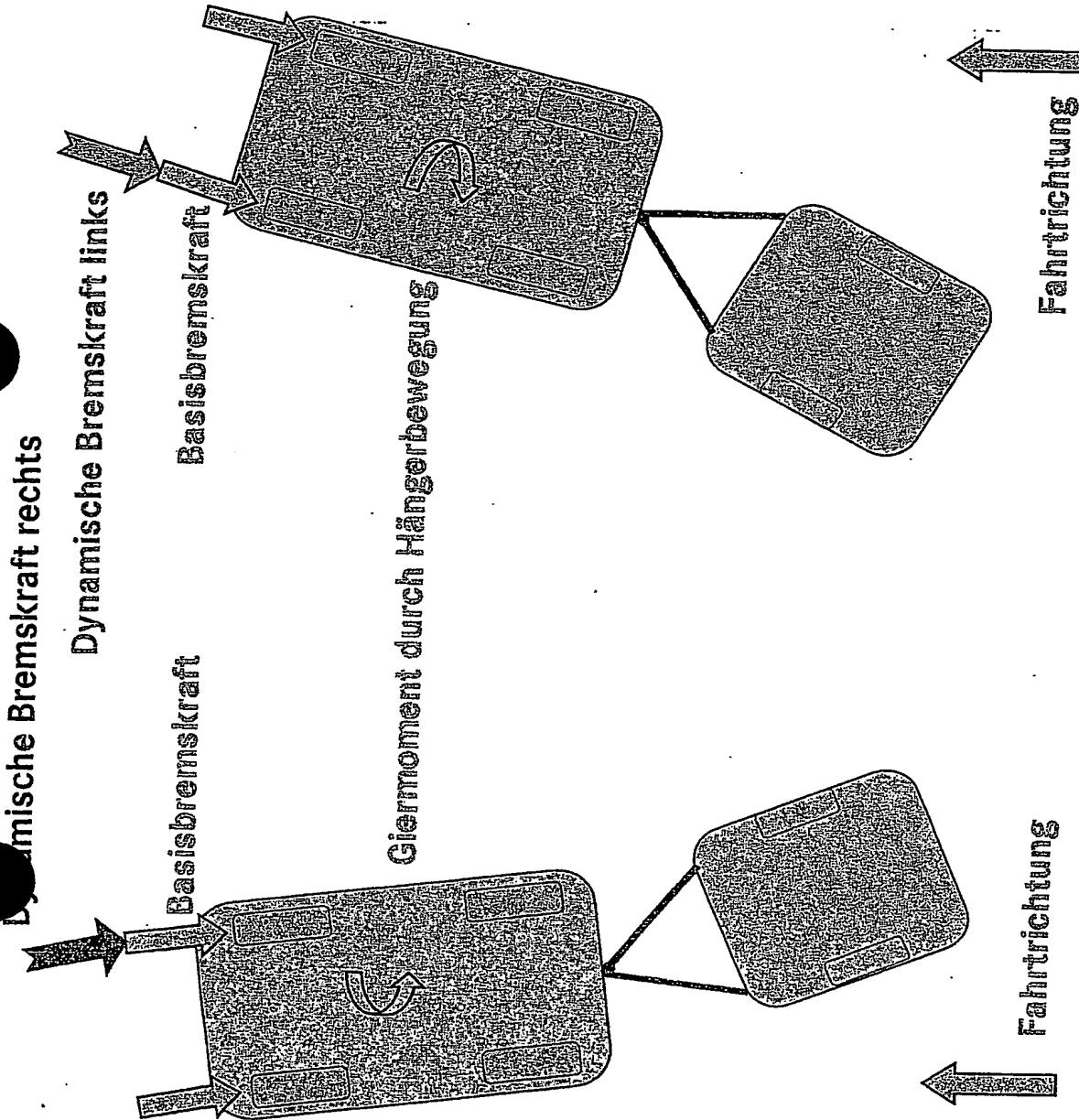


Fig. 1

2/6

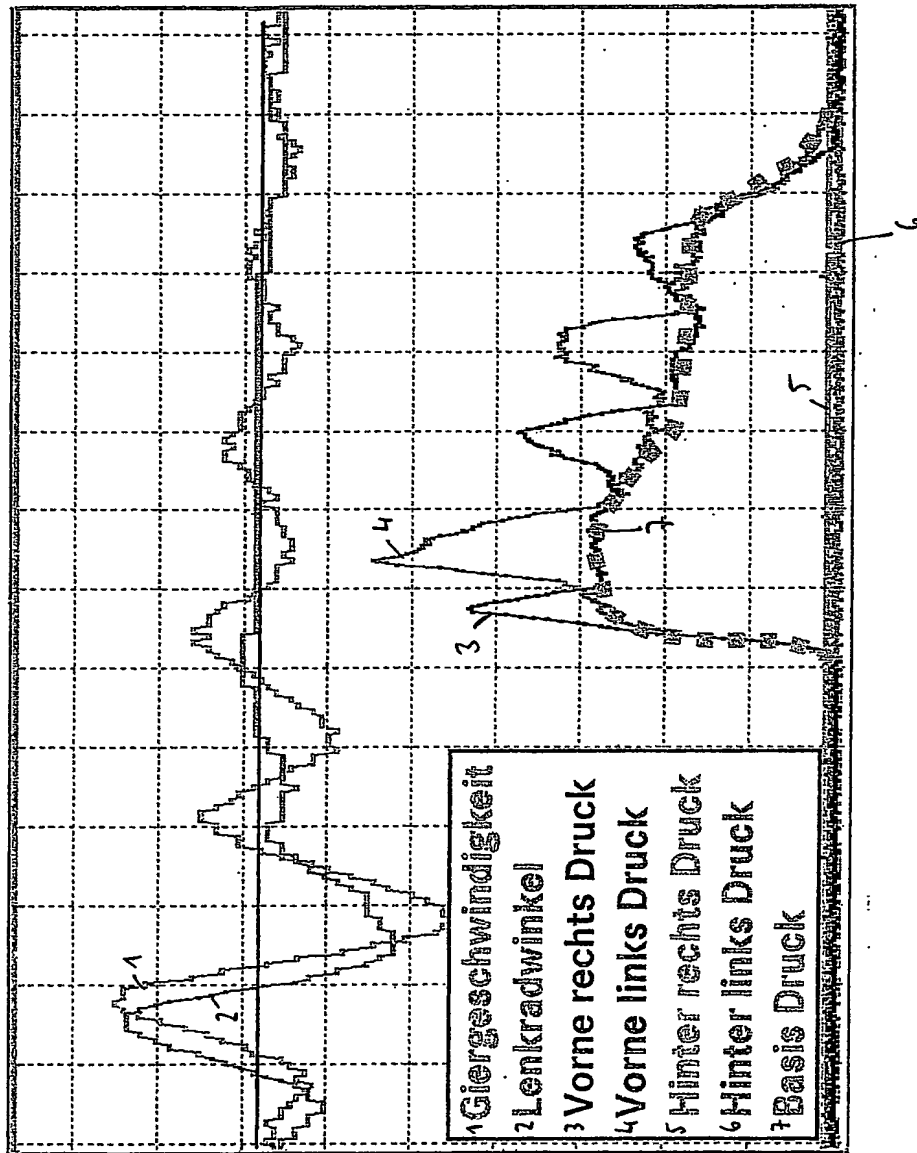
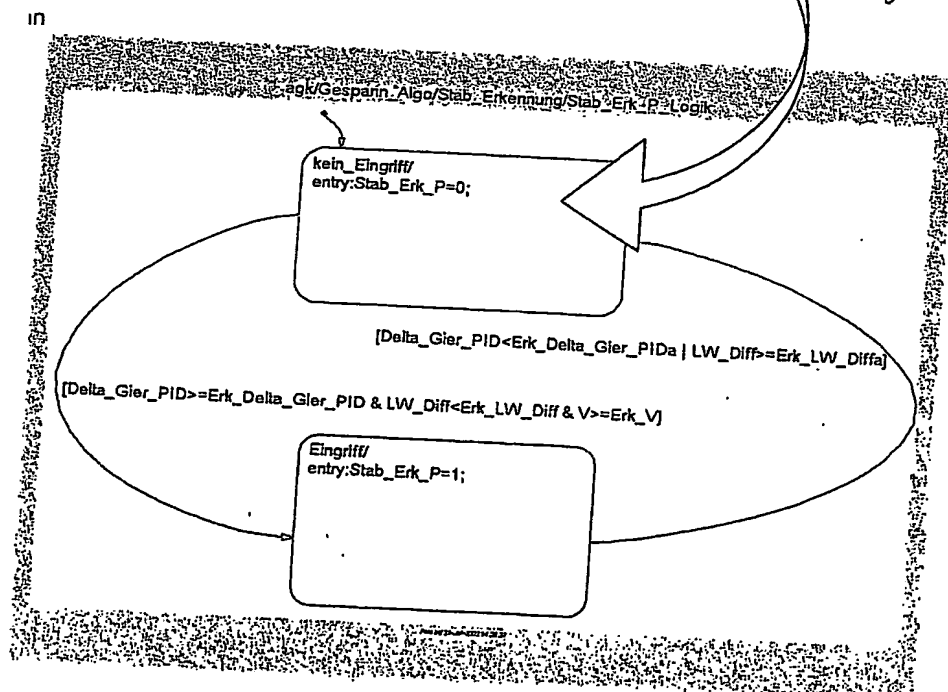
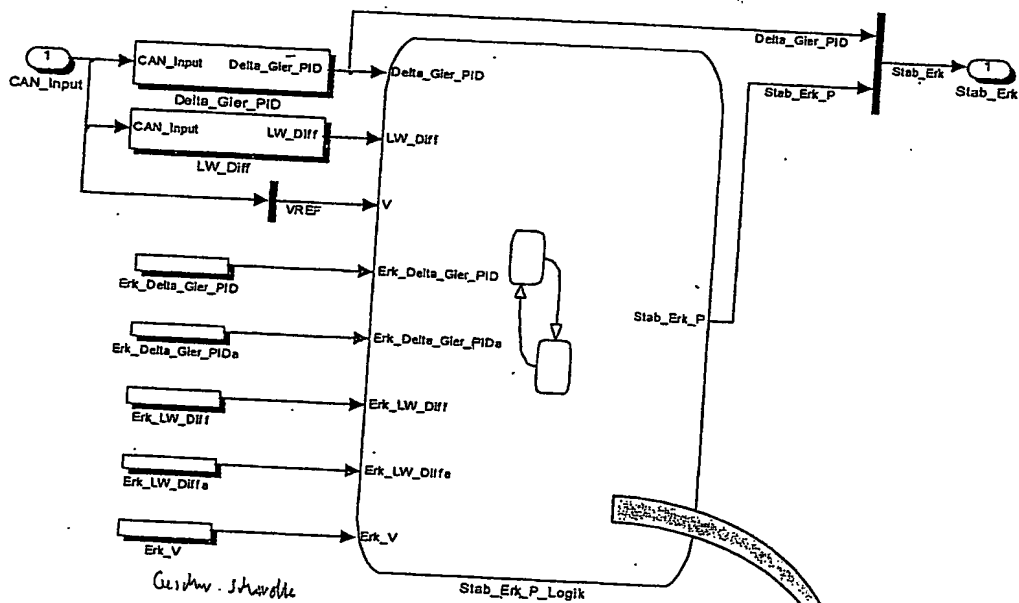
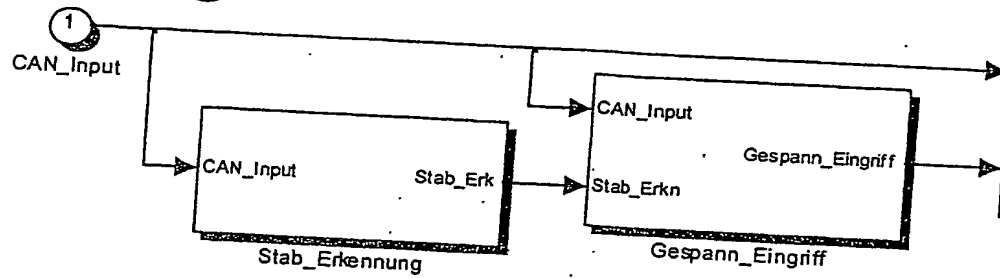


Fig.2



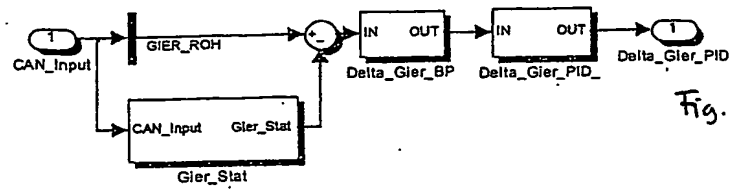


Fig. 5a

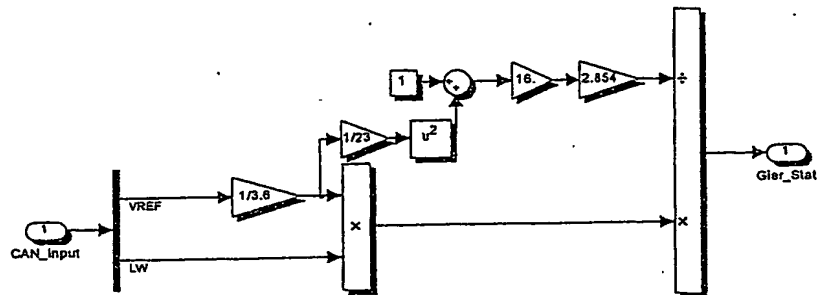


Fig. 5b

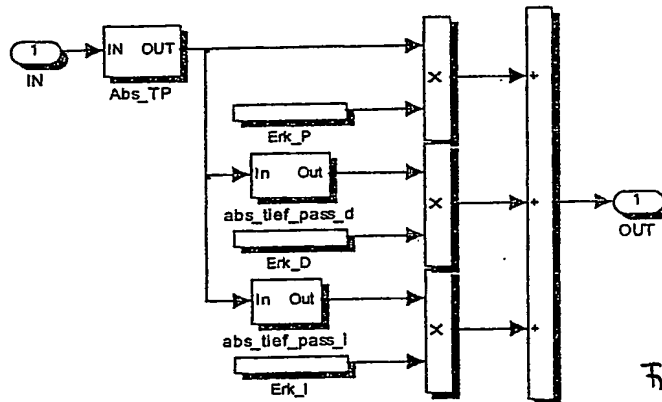


Fig. 5c

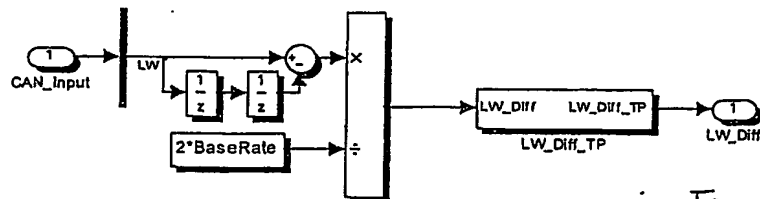
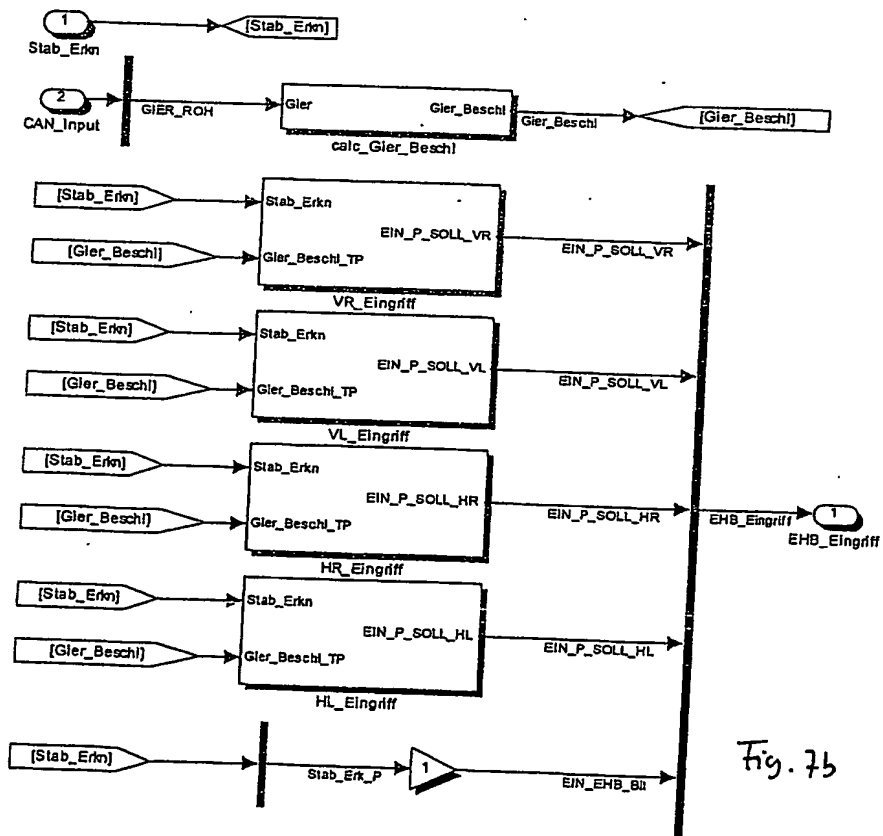
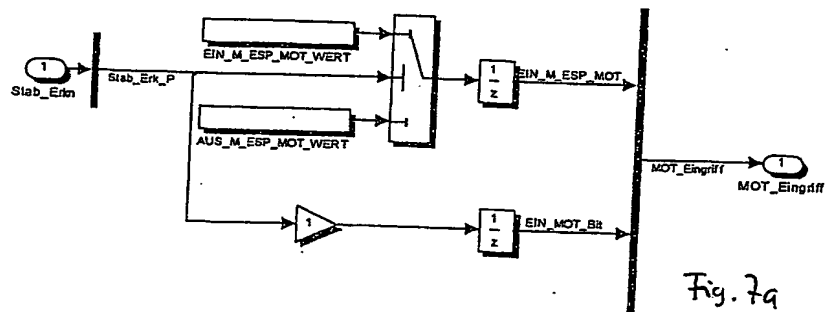
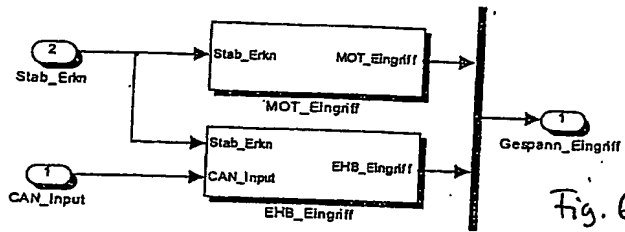


Fig. 5d





6/6

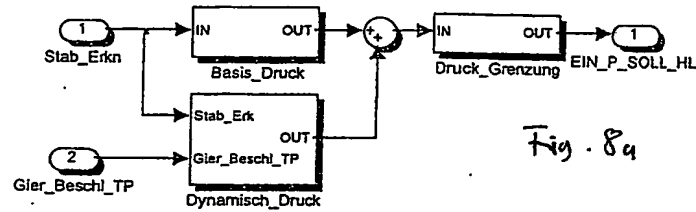


Fig. 8a

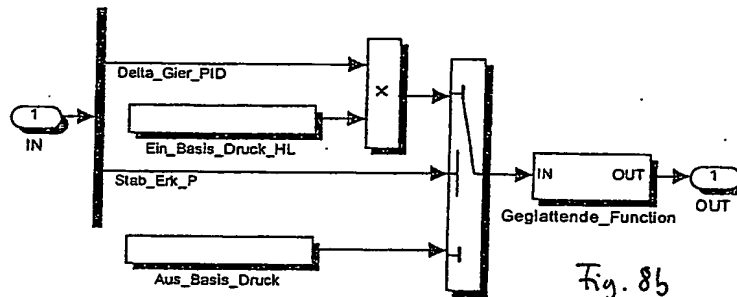


Fig. 8b

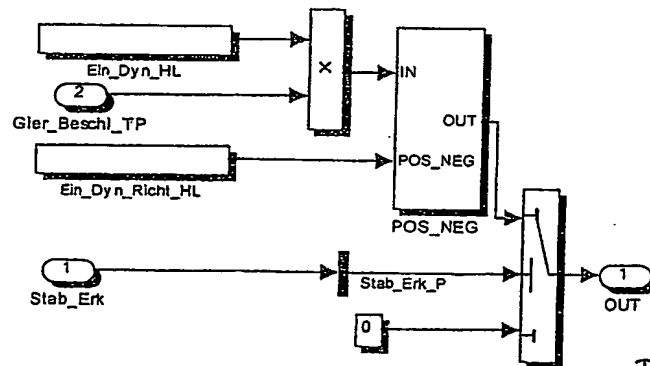


Fig. 8c

DaimlerChrysler AG

Wied

22.11.2002

Zusammenfassung

- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein Verfahren zur Stabilisierung eines Fahrzeuggespannes, welches aus einem Zugfahrzeug und einem Anhänger besteht, wobei wenigstens eine fahrdynamische Eingangsgröße ermittelt und ausgewertet wird, und wobei für das Zugfahrzeug ein Bremseneingriff und/oder
- 10 Motoreingriff zur Stabilisierung des Fahrdynamikzustandes des Fahrzeuggespanns veranlasst wird, wenn anhand der Auswertung ein instabiler Fahrdynamikzustand festgestellt wurde.

Figur 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**